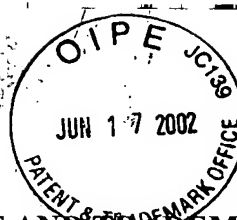


Docket No. 214869US8/btm



#5

2881

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Hideyuki NASU, et al.

GAU: 2881

SERIAL NO: 10/032,450

EXAMINER:

FILED: January 2, 2002

FOR: OPTICAL MODULE, TRANSMITTER AND WDM TRANSMITTING DEVICE

**REQUEST FOR PRIORITY**

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §120**.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119(e)**.
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of **35 U.S.C. §119**, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2001-173150	June 7, 2001
JAPAN	2001-300529	September 28, 2001

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1 has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
  - ☐ are submitted herewith
  - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

RECEIVED  
JUN 18 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

*Joseph A. Scafetta Jr.*  
Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26,803



**22850**

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)

10/032,450

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 6月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-173150

[ST.10/C]:

[JP2001-173150]

出 願 人

Applicant(s):

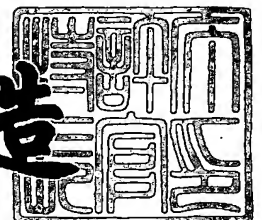
古河電気工業株式会社

RECEIVED  
JUN 18 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800

2002年 3月26日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3020970

【書類名】 特許願

【整理番号】 A01030

【提出日】 平成13年 6月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/30

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 那須 秀行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 野村 剛彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100096035

【弁理士】

【氏名又は名称】 中澤 昭彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 043351

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9801417

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光送信器、WDM光送信装置及び光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光を出力する発光素子と、

前記発光素子の温度を調整する温度調整部と、

前記発光素子から出力されるレーザ光を、前記発光素子と熱的に接続された光フィルタを通過させて受光する波長モニタ部と、

前記波長モニタ部から出力される信号に基づいて、前記発光素子から出力されるレーザ光の発振波長を所定のロック波長に固定するように、前記温度調整部の調整温度を制御する制御部と、

前記光フィルタの温度を検出する温度検出部と、

前記温度検出部によって検出された温度に基づいて、前記光フィルタの温度特性に伴う前記ロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を前記制御部に出力する補正部と、

を有することを特徴とする光送信器。

【請求項 2】

前記光フィルタの表面に電気配線用の金属パターン部を有し、その金属パターン部に前記温度検出部が取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の光送信器。

【請求項 3】

前記光フィルタは、熱伝導性を有する材料で作られた基台に固定され、その基台の前記光フィルタ近傍に前記温度検出部が取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の光送信器。

【請求項 4】

前記波長モニタ部は、前記レーザ光を 2 分岐する分光器と、前記 2 分岐されたレーザ光をそれぞれ受光し、光電変換し電気信号として出力する 2 つの受光器とを有し、

前記光フィルタは、前記 2 つの受光器のうち、少なくとも一方と分光器との間

に配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つの項に記載の光送信器。

【請求項 5】

前記制御部は、前記 2 つの受光器の光電変換により出力された電流信号をそれぞれ電圧信号に変換する 2 つの電圧変換器と、2 つの電圧変換器から出力される電圧の差又は比を制御信号として出力する比較器と、その比較器から出力された制御信号に応じて、前記温度調整部の調整温度を制御する温度制御電流を出力する電流発生器とを有することを特徴とする請求項 4 に記載の光送信器。

【請求項 6】

前記補正部は、前記光フィルタの温度に応じた所定電圧を前記制御部の比較器に入力して、その電圧分だけ制御信号の電圧をオフセットすることにより、前記光フィルタの温度特性による波長ずれを補正することを特徴とする請求項 5 に記載の光送信器。

【請求項 7】

前記発光素子からのレーザ光を受光するパワーモニタ用受光素子から出力される信号に基づいて、前記発光素子に注入する注入電流を制御する注入電流制御部を有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つの項に記載の光送信器。

【請求項 8】

前記パワーモニタ用受光素子は、前記波長モニタ部の受光素子として兼用されることを特徴とする請求項 7 に記載の光送信器。

【請求項 9】

前記請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 つの項に記載の光送信器を複数有し、これら光送信器から出力された光信号を波長多重して送信することを特徴とする WDM 光送信装置。

【請求項 10】

レーザ光を出力する発光素子と、

前記発光素子の温度を調整する温度調整部と、

前記発光素子から出力されるレーザ光を、前記発光素子と熱的に接続された光

フィルタを通過させて受光する波長モニタ部と、

前記光フィルタに直接又は光フィルタの近傍に配置され、前記光フィルタの温度を検出する温度検出部と、

を有することを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長分割多重（WDM：Wavelength Division multiplexing）通信システムに利用される光送信器、WDM光送信装置及び光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、高密度WDMの分野では、光信号の波長が長期に渡って安定していることが要求される。そのため波長モニタの機能を光モジュール内に設ける技術が開発されており、例えば特開平2000-56185号公報に開示されている。

【0003】

図7は従来の光モジュールの構成を示す説明図である。図7に示すように、従来の光モジュールは、所定の発振波長のレーザ光を出力する半導体レーザダイオード等からなる発光素子50と、発光素子50に光結合され、発光素子50の前側（図7では右側）端面から出力されたレーザ光を外部に送出する光ファイバ51と、発光素子50の発振波長とほぼ同じカットオフ波長を持つ光フィルタ52と、発光素子50の後側（図7では左側）端面から出力されたレーザ光を2つに分光するハーフミラーからなるビームスプリッタ53と、ビームスプリッタ53によって分光された一方のレーザ光を光フィルタ52に透過させた後に受光するフォトダイオード等の第1の受光素子54と、ビームスプリッタ53によって分光された他方のレーザ光を受光するフォトダイオード等の第2の受光素子55と、発光素子50の温度を調整するペルチェモジュール56とを有する。また、光モジュールには制御部57が接続されている。制御部57は、第1の受光素子54及び第2の受光素子55から出力されるPD電流に基づいて、発光素子50の

波長を制御するように、ペルチェモジュール 5 6 を制御する。

## 【 0 0 0 4 】

図 8 は、制御部 5 7 の構成の一例を示すブロック図である。図 8 に示すように、制御部 5 7 は、例えば、第 1 の受光素子 5 4 から出力される第 1 の P D 電流を第 1 の電圧 V 1 に変換する第 1 の電圧変換器 6 7 と、第 2 の受光素子 5 5 から出力される第 2 の P D 電流を第 2 の電圧 V 2 に変換する第 2 の電圧変換器 6 8 と、第 1 の電圧変換器 6 7 から出力される第 1 の電圧 V 1 及び第 2 の電圧変換器 6 8 から出力される第 2 の電圧 V 2 の差又は比を制御信号として出力する比較器 6 9 と、比較器 6 9 から出力される制御信号に基づいてペルチェモジュール 5 6 の温度を上昇又は下降させる温度制御電流を出力する T E C (Thermo Electric Cooler) 電流発生器 7 0 とを有する。

## 【 0 0 0 5 】

発光素子 5 0 と光ファイバ 5 1 との間には、発光素子 5 0 の前側端面から出力されたレーザ光を光ファイバ 5 1 に結合する集光レンズ 5 8 が配置されている。また、発光素子 5 0 とビームスプリッタ 5 3 との間には、発光素子 5 0 の後側端面から出力されたレーザ光を平行にする平行レンズ 5 9 が配置されている。

## 【 0 0 0 6 】

発光素子 5 0、集光レンズ 5 8 及び平行レンズ 5 9 は、L D キャリア 6 0 上に固定されている。第 1 の受光素子 5 4 及び第 2 の受光素子 5 5 は、それぞれ第 1 の P D キャリア 6 1 及び第 2 の P D キャリア 6 2 に固定されている。

## 【 0 0 0 7 】

ビームスプリッタ 5 3、光フィルタ 5 2、第 1 の P D キャリア 6 1 及び第 2 の P D キャリア 6 2 は、金属基板 6 3 上に固定されている。金属基板 6 3 は、L D キャリア 6 0 の表面に固定され、L D キャリア 6 0 は、ペルチェモジュール 5 6 上に固定されている。

## 【 0 0 0 8 】

発光素子 5 0、ビームスプリッタ 5 3、光フィルタ 5 2、集光レンズ 5 8、平行レンズ 5 9、L D キャリア 6 0、第 1 の P D キャリア 6 1、第 2 の P D キャリア 6 2、金属基板 6 3 及びペルチェモジュール 5 6 は、パッケージ 6 4 内に設け

られている。また、光ファイバ 5 1 の先端部を保持するフェルール 6 5 は、パッケージ 6 4 の側部にスリーブ 6 6 を介して固定されている。

## 【 0 0 0 9 】

発光素子 5 0 の前側端面から出力されたレーザ光は、集光レンズ 5 8 によって集光され、フェルール 6 5 によって保持された光ファイバ 5 1 に入射され外部に送出される。

## 【 0 0 1 0 】

一方、発光素子 5 0 の後側端面から出力されたレーザ光は、平行レンズ 5 9 によって平行になり、ビームスプリッタ 5 3 によって Z 軸方向（透過方向）と、Z 軸方向に垂直な X 軸方向（反射方向）との 2 つの方向に分岐される。Z 軸方向に分岐されたレーザ光は、第 1 の受光素子 5 4 によって受光され、X 軸方向に分岐されたレーザ光は、第 2 の受光素子 5 5 によって受光される。

## 【 0 0 1 1 】

第 1 の受光素子 5 4 及び第 2 の受光素子 5 5 から出力される P D 電流は制御部 5 7 に入力され、制御部 5 7 は、入力された P D 電流の値に基づいて、発光素子 5 0 の波長を制御するように、ペルチェモジュール 5 6 の調整温度を制御する。

## 【 0 0 1 2 】

## 【発明が解決しようとする課題】

図 9 は、レーザダイオードの経年劣化を説明するためのグラフである。図 9 に示すように、レーザダイオードを備えた光モジュールの使用開始時には、そのしきい値は  $I_{th}$  である。また、所定の光出力  $P_f$  が得られるように、A P C (Auto Power Control) 回路が駆動する。

## 【 0 0 1 3 】

光モジュールの使用開始時において光出力  $P_f$  を得るためのレーザダイオードへの注入電流は  $I_{op}$  である。レーザダイオードが長期間使用され続けるとその特性は劣化し、所定期間終了時のしきい値は初期状態から上昇し、 $I_{th}'$  となる。また、光出力  $P_f$  を得るためのレーザダイオードへの注入電流も  $I_{op}'$  に上昇する。

## 【 0 0 1 4 】



また、図 1 0 に示すように、レーザダイオードの発振波長は LD キャリア（サブマウント）の温度が一定の場合、注入電流依存性を有し、その依存性は通常  $0.01 \text{ nm/mA}$  程度である。従って、LD キャリアの温度が一定の場合にレーザダイオードの経年劣化が生じた時、発振波長は長い方へシフトする。

## 【 0 0 1 5 】

このような特性を有するレーザダイオードを波長ロックするために光フィルタが使用される。すなわち、波長をモニタしてレーザダイオードを載せる LD キャリアの温度をペルチェモジュールによって調整し、図 1 1 で示す波長ロックポイント P に光モジュールの発振波長を固定する。発振波長はレーザダイオードの経年劣化により注入電流が増大した時、レーザダイオードの活性層の温度が上昇して長波長側へシフトするが、光フィルタを用いた波長モニタを駆動することにより、波長シフトを補正するために、ペルチェモジュールによって LD キャリアの温度を低下させる。

## 【 0 0 1 6 】

ところで、光フィルタは例えば石英で作られており、光透過特性に温度依存性（以下、単に温度特性という）を有する。例えば、ある光フィルタでは波長—光透過率特性が  $0.01 \text{ nm/}^{\circ}\text{C}$  の割合で短波側にシフトする。

## 【 0 0 1 7 】

従来の光モジュールでは、例えば図 7 に示すように、発光素子 5 0 と光フィルタ 5 2 とがほぼ同温に保たれるように、熱的に接続されている。そのため、発光素子 5 0 を載せる LD キャリア 6 0 の温度が低下すると光フィルタ 5 2 の温度も低下し、光フィルタ 5 2 の特性が変化する。すなわち、波長モニタを駆動して所定の期間が過ぎて、発光素子 5 0 が経年劣化すると、発光素子 5 0 への注入電流が増加し、発光素子 5 0 の温度が上昇する。これにより、ずれた波長を補正するために制御部 5 7 により、ペルチェモジュール 5 6 が制御され、発光素子 5 0 の温度が低下し、それに伴い光フィルタ 5 2 の温度が低下する。光フィルタの温度低下によって、初期の波長特性が得られなくなり、図 1 2 に示すように、光フィルタ特性は全体的に短波側へシフトする。図 1 2 で、 $\bigcirc$  は初期のロック波長 P、 $\bigcirc$  は所定時間駆動後のロック波長 P' を示す。このように、ロック波長が P から

P' へとシフトしてしまい、所望の波長の光を得ることができなかった。波長モニタを駆動した場合の注入電流とロック波長の関係は、図 1 3 に示すようになり、発振波長は電流依存性を有する。

#### 【 0 0 1 8 】

このような光フィルタの温度変化に伴うロック波長のずれは、クロストークによる信号劣化の原因になり、波長安定化が要求される高密度 WDM システムにとって好ましくない。

#### 【 0 0 1 9 】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、光フィルタの有する温度特性に伴うロック波長のずれを簡易に補正し、レーザ光の発振波長を高精度に安定化させることができる光送信器、WDM 光送信装置及び光モジュールを提供することを目的とする。

#### 【 0 0 2 0 】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の光送信器は、レーザ光を出力する発光素子と、前記発光素子の温度を調整する温度調整部と、前記発光素子から出力されるレーザ光を、前記発光素子と熱的に接続された光フィルタを通過させて受光する波長モニタ部と、前記波長モニタ部から出力される信号に基づいて、前記発光素子から出力されるレーザ光の発振波長を所定のロック波長に固定するように、前記温度調整部の調整温度を制御する制御部と、前記光フィルタの温度を検出する温度検出部と、前記温度検出部によって検出された温度に基づいて、前記光フィルタの温度特性に伴う前記ロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を前記制御部に出力する補正部とを有することを特徴とするものである。

#### 【 0 0 2 1 】

前記光フィルタの表面に電気配線用の金属パターン部を有し、その金属パターン部に前記温度検出部が取り付けられていてもよい。

#### 【 0 0 2 2 】

前記光フィルタは、熱伝導性を有する材料で作られた基台に固定され、その基台の前記光フィルタ近傍に前記温度検出部が取り付けられていてもよい。

## 【 0 0 2 3 】

前記波長モニタ部は、前記レーザ光を2分岐する分光器と、前記2分岐されたレーザ光をそれぞれ受光し、光電変換し電気信号として出力する2つの受光器とを有し、前記光フィルタは、前記2つの受光器のうち、少なくとも一方と分光器との間に配置されていてもよい。

## 【 0 0 2 4 】

前記制御部は、前記2つの受光器の光電変換により出力された電流信号をそれぞれ電圧信号に変換する2つの電圧変換器と、2つの電圧変換器から出力される電圧の差又は比を制御信号として出力する比較器と、その比較器から出力された制御信号に応じて、前記温度調整部の調整温度を制御する温度制御電流を出力する電流発生器とを有してもよい。

## 【 0 0 2 5 】

前記補正部は、前記光フィルタの温度に応じた所定電圧を前記制御部の比較器に入力して、その電圧分だけ制御信号の電圧をオフセットすることにより、前記光フィルタの温度特性による波長ずれを補正するものでもよい。

## 【 0 0 2 6 】

前記発光素子からのレーザ光を受光するパワーモニタ用受光素子から出力される信号に基づいて、前記発光素子に注入する注入電流を制御する注入電流制御部を有してもよい。

## 【 0 0 2 7 】

前記パワーモニタ用受光素子は、前記波長モニタ部の受光素子として兼用されてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

本発明のWDM光送信装置は、前記光送信器を複数有し、これら光送信器から出力された光信号を波長多重して送信することを特徴とするものである。

## 【 0 0 2 9 】

本発明の光モジュールは、レーザ光を出力する発光素子と、前記発光素子の温度を調整する温度調整部と、前記発光素子から出力されるレーザ光を、前記発光素子と熱的に接続された光フィルタを通過させて受光する波長モニタ部と、前記

光フィルタに直接又は光フィルタの近傍に配置され、前記光フィルタの温度を検出する温度検出部とを有することを特徴とするものである。

## 【 0 0 3 0 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る光送信器を説明するための説明図である。

## 【 0 0 3 1 】

図 1 に示すように、本発明の第 1 実施形態例に係る光送信器は、レーザ光を出力する半導体レーザダイオード等の発光素子 1 と、発光素子 1 から出力されるレーザ光のうち、後側端面（図 1 では左側）から出力されるモニタ用のレーザ光を受光する波長モニタ部 2 と、発光素子 1 の温度を制御するペルチェ素子等の温度調整部 3 と、波長モニタ部 2 から出力される信号に基づいて、発光素子 1 から出力されるレーザ光の発振波長を所定のロック波長に固定するように、温度調整部 3 の調整温度を制御する制御部 4 と、発光素子 1 の前側端面（図 1 では右側）から出力されたレーザ光を入射し、外部に送出する光ファイバ 1 7 と、内部を気密封止するパッケージ 1 8 とを有する。

## 【 0 0 3 2 】

ここで、発光素子 1、波長モニタ部 2、温度調整部 3、光ファイバ 1 7 を有し、図 1 の点線で囲った部分で光モジュール M が構成されている。

## 【 0 0 3 3 】

波長モニタ部 2 は、発光素子 1 を気密封止するパッケージ 1 8 の内部に配置される。波長モニタ部 2 は、発光素子 1 の後側端面から出力され、平行レンズ 5 によって平行になったレーザ光を 2 つに分光するハーフミラー 6 と、ハーフミラー 6 によって分光された一方のレーザ光を受光するフォトダイオード等の第 1 の受光素子 7 と、ハーフミラー 6 によって分光された他方のレーザ光を受光するフォトダイオード等の第 2 の受光素子 8 と、ハーフミラー 6 と第 1 の受光素子 7 との間に配置された光フィルタ 9 とを有する。第 1 の受光素子 7 及び第 2 の受光素子 8 は、それぞれ第 1 の PD キャリア 1 0 及び第 2 の PD キャリア 1 1 に固定されている。光フィルタ 9 は、波長－透過光強度特性に周期性があるものであり、例

えばファブリペロエタロン、誘電体多層膜フィルタ等が用いられる。

【 0 0 3 4 】

発光素子 1 は LD キャリア 1 2 上に固定されている。また、LD キャリア 1 2 と波長モニタ部 2 はベース 1 9 上に固定されている。従って、発光素子 1 と光フィルタ 9 とは熱的に接続されており、温度調整部 3 による発光素子 1 の温度変化に応じて、光フィルタ 9 の温度も変化することになる。

【 0 0 3 5 】

光フィルタ 9 の温度を検出するために、サーミスタ等の温度検出部 2 0 が設けられている。温度検出部 2 0 は、光フィルタ 9 の温度を精度よく検出するために、光フィルタ 9 に直接取り付けられているか又は光フィルタ 9 の近傍に配置されている。

【 0 0 3 6 】

制御部 4 は、第 1 の受光素子 7 から出力される第 1 の PD 電流を第 1 の電圧 V 1 に変換する第 1 の電圧変換器 1 3 と、第 2 の受光素子 8 から出力される第 2 の PD 電流を第 2 の電圧 V 2 に変換する第 2 の電圧変換器 1 4 と、第 1 の電圧変換器 1 3 から出力される第 1 の電圧 V 1 及び第 2 の電圧変換器 1 4 から出力される第 2 の電圧 V 2 との電圧の差又は比を制御信号として出力する比較器 1 5 と、その比較器 1 5 から出力された制御信号に応じて、温度調整部 3 の調整温度を制御する温度制御電流を出力する電流発生器 1 6 とを有する。なお、第 1 の電圧変換器 1 3 から出力された第 1 の電圧 V 1 及び第 2 の電圧変換器 1 3 から出力された第 2 の電圧 V 2 を増幅する増幅器（図示せず）を、比較器 1 5 の前段に設けてもよい。

【 0 0 3 7 】

温度検出部 2 0 は、補正部 2 1 に接続されている。補正部 2 1 は、温度検出部 2 0 によって検出された温度に基づいて、光フィルタ 9 の温度特性に伴うロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を制御部 4 に出力する。より具体的には、補正部 2 1 は、光フィルタ 9 の温度に応じた所定電圧を制御部 4 の比較器 1 5 に入力して、その電圧分だけ制御信号の電圧をオフセットすることにより、光フィルタ 9 の温度特性による波長ずれを補正する。例えば、図 4 に示すよう

に、光フィルタ 9 の温度特性により、初期状態から所定時間駆動後では、波長特性が短波長側へシフトする。初期のロック波長を維持するために、まず、光フィルタ 9 の温度特性を予め取得しておく。温度検出部 2 0 で光フィルタ 9 の温度を検出し、補正部 2 1 によって、検出された温度変化に応じて適切な補正電圧を出力し、制御部 4 の比較器 1 5 にフィードバックする。補正電圧により制御電圧信号の 0 V 点をオフセットする。図 4 において、初期状態の 0 V 点から、所定時間を駆動して光フィルタ 9 の温度変化によって波長特性がずれた時、この温度変化を検出して、温度変化に応じた電圧  $\Delta V$  を出力する。これにより 0 V 点が初期状態から  $\Delta V$  だけ低下した点が 0 V 点となる。この時の 0 V 点に波長ロックがなされるので、初期状態の波長から変わることなく、安定して波長ロックを行うことができる。

## 【 0 0 3 8 】

オフセットする電圧値については、あらかじめ 2 つの温度について最適な電圧値を測定しておき、それに基づいて線形的に計算して設定したり、あるいは温度に対する最適なオフセット電圧値を格納したデータベースから読み出してもよい。

## 【 0 0 3 9 】

光フィルタ 9 の温度を精度良く検出するために、例えば図 2 に示すように、温度検出部 2 0 を直接光フィルタ 9 上にボンディングして配置してもよい。この場合、光フィルタ 9 には予め金属膜 2 2 の配線パターンを形成しておき、その金属膜 2 2 の上に温度検出部 2 0 を半田等で取り付ける。光フィルタ 9 上に取り付けられた温度検出部 2 0 を光モジュール M の外部のピンに配線して補正部 2 1 に電氣的に接続する。

## 【 0 0 4 0 】

また、図 3 に示すように、光フィルタ 9 の温度を精度よく検出するために、光フィルタ 9 を熱伝導率の良好な材料、例えば、CuW、コバル等金属、AlN などのセラミック等で作られた基台 2 3 に固定し、その基台 2 3 の光フィルタ 9 近傍に温度検出部 2 0 を取り付ける。この温度検出部 2 0 を光モジュール M の外部のピンに配線して補正部 2 1 に電氣的に接続する。

## 【 0 0 4 1 】

発光素子 1 の前側（図 1 では右側）には、その前側端面から出力されたレーザ光を平行にする平行レンズ 2 4 が設けられている。また、平行レンズ 2 4 の前側には、発光素子 1 への戻り光を阻止する光アイソレータ 2 5 が設けられている。光アイソレータ 2 5 は、例えば偏光子とファラデー回転子を組み合わせて構成される周知のものである。

## 【 0 0 4 2 】

パッケージ 1 8 の側部に形成されたフランジ部 1 8 a の内部には、光アイソレータを通過したレーザ光が入射する窓部 2 6 と、レーザ光を集光する集光レンズ 2 7 が設けられている。

## 【 0 0 4 3 】

光ファイバ 1 7 の先端部は金属製のフェルール 2 8 によって保持され、そのフェルール 2 8 は、フランジ部 1 8 a の端部に固定されるスライドリング 2 9 の内部に Y A G レーザ溶接により固定される。

## 【 0 0 4 4 】

発光素子 1 の前側端面から出力されるレーザ光は、平行レンズ 2 4 で平行になり、光アイソレータ 2 5、窓部 2 6 を介して集光レンズ 2 7 によって集光され、光ファイバ 1 7 に入射され外部に送出される。

## 【 0 0 4 5 】

一方、発光素子 1 の後側端面から出力されたレーザ光は、平行レンズ 5 によって平行になり、ハーフミラー 6 によって Z 軸方向（透過方向）と、Z 軸方向に垂直な X 軸方向（反射方向）との 2 つの方向に分岐される。X 軸方向に分岐されたレーザ光は、光フィルタ 9 を介して第 1 の受光素子 7 によって受光され、Z 軸方向に分岐されたレーザ光は、第 2 の受光素子 8 によって受光される。第 1 の受光素子 7 及び第 2 の受光素子 8 から出力される第 1 の P D 電流及び第 2 の P D 電流は制御部 4 に入力される。

## 【 0 0 4 6 】

制御部 4 では、第 1 の電圧変換器 1 3 により第 1 の P D 電流を第 1 の電圧 V 1 に変換し、第 2 の電圧変換器 1 4 により第 2 の P D 電流を第 2 の電圧 V 2 に変換

し、比較器 1 5 により第 1 の電圧 V 1 及び第 2 の電圧 V 2 の電圧の差又は比を制御信号として出力する。比較器 1 5 から出力される制御信号は電流発生器 1 6 に入力される。電流発生器 1 6 は、比較器 1 5 からの制御信号に基づいて温度調整部 3 の温度を上昇又は下降させる温度制御電流を選択的に出力する。これによって、発光素子 1 から出力されるレーザ光の発振波長を所望の波長に制御することができる。

## 【 0 0 4 7 】

また、温度検出部 2 0 は光フィルタ 9 の温度を検出し、補正部 2 1 が、温度検出部 2 0 によって検出された光フィルタ 9 の温度に基づいて、光フィルタ 9 の温度特性に伴うロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を制御部 4 に出力する。従って、レーザ光の発振波長を高精度に安定化させることができる。その結果、光信号の信号劣化を低減でき、信頼性の高い光モジュール及び光送信器を提供することができる。

## 【 0 0 4 8 】

図 5 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る光送信器を説明するための説明図である。

## 【 0 0 4 9 】

本発明の第 2 の実施の形態では、波長モニタ部 2 の受光素子 8 から出力される信号に基づいて、発光素子 1 に注入電流を制御する注入電流制御部 3 0 を有する。第 2 の実施の形態によれば、注入電流制御部 3 0 によって発光素子 1 の動作をフィードバックして A P C (Auto Power Control) 制御することが可能となる。なお、波長モニタ部 2 の受光素子 8 の代わりに、パワーモニタ用 P D を専用に設けてもよい。また、制御部 4 と注入電流制御部 3 0 とを一体化して設けてもよい。

## 【 0 0 5 0 】

図 6 は、本発明の第 3 の実施形態例に係る波長分割多重通信システムに用いられる W D M 光送信装置を示す説明図である。

## 【 0 0 5 1 】

図 6 に示すように、波長分割多重通信システムは、光信号を送信する複数の光



送信器 3 1 と、その光送信器 3 1 から送信された複数チャネルの光信号を波長多重化する合波器 3 2 と、その合波器 3 2 により波長多重化された多重化光信号を増幅中継するために複数段に接続された複数の光増幅器 3 3 と、光増幅器 3 3 により増幅された光信号を各チャネル毎に波長分離する分波器 3 4 と、その分波器 3 4 により波長分離された各光信号を受信する複数の光受信器 3 5 とを有する。

## 【 0 0 5 2 】

本発明の第 3 の実施形態例に係る WDM 光送信装置 3 6 は、第 1 及び第 2 の実施形態例に係る光送信器 3 1 を複数有し、これら光送信器 3 1 から出力された光信号を波長多重して送信する。従って、光送信器 3 1 から発振する光信号の波長が安定するので、信頼性の高い高密度 WDM システムを構築することが可能となる。

## 【 0 0 5 3 】

本発明は、上記実施の形態に限定されることはなく、特許請求の範囲に記載された技術的事項の範囲内において、種々の変更が可能である。例えば、発光素子 1 と光フィルタ 9 はそれぞれ異なるベース上に固定され、各々のベースが中間部材を介して熱的に接続していてもよい。

## 【 0 0 5 4 】

また、ハーフミラー 6 の代わりにプリズムを用いることも可能である。

## 【 0 0 5 5 】

## 【発明の効果】

本発明によれば、補正部が、温度検出部によって検出された光フィルタの温度に基づいて、光フィルタの温度特性に伴うロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を制御部に出力するので、レーザ光の発振波長を高精度に安定化させることができる。その結果、光信号の信号劣化を低減でき、信頼性の高い光モジュール及び光送信器を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る光送信器を説明するための説明図である。

## 【図 2】

光フィルタに取り付けられた温度検出部を示す斜視図である。

【図 3】

光フィルタを支持する基台の光フィルタ近傍に取り付けられた温度検出部を示す斜視図である。

【図 4】

ロック波長のずれの補正方法を説明するためのグラフである。

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態に係る光送信器を説明するための説明図である。

【図 6】

本発明の第 3 の実施形態例に係る波長分割多重通信システムに用いられる WDM 光送信装置を示す説明図である。

【図 7】

従来の光モジュールの構成を示す説明図である。

【図 8】

制御部の構成の一例を示すブロック図である。

【図 9】

レーザダイオードの経年劣化を説明するためのグラフである。

【図 1 0】

レーザダイオードの LD キャリアの温度一定時における注入電流と発振波長の関係を示すグラフである。

【図 1 1】

光フィルタの波長特性とロック波長の関係を示すグラフである。

【図 1 2】

光フィルタの温度変化によるロック波長のずれを説明するためのグラフである。

【図 1 3】

波長モニタ駆動時の注入電流とロック波長の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

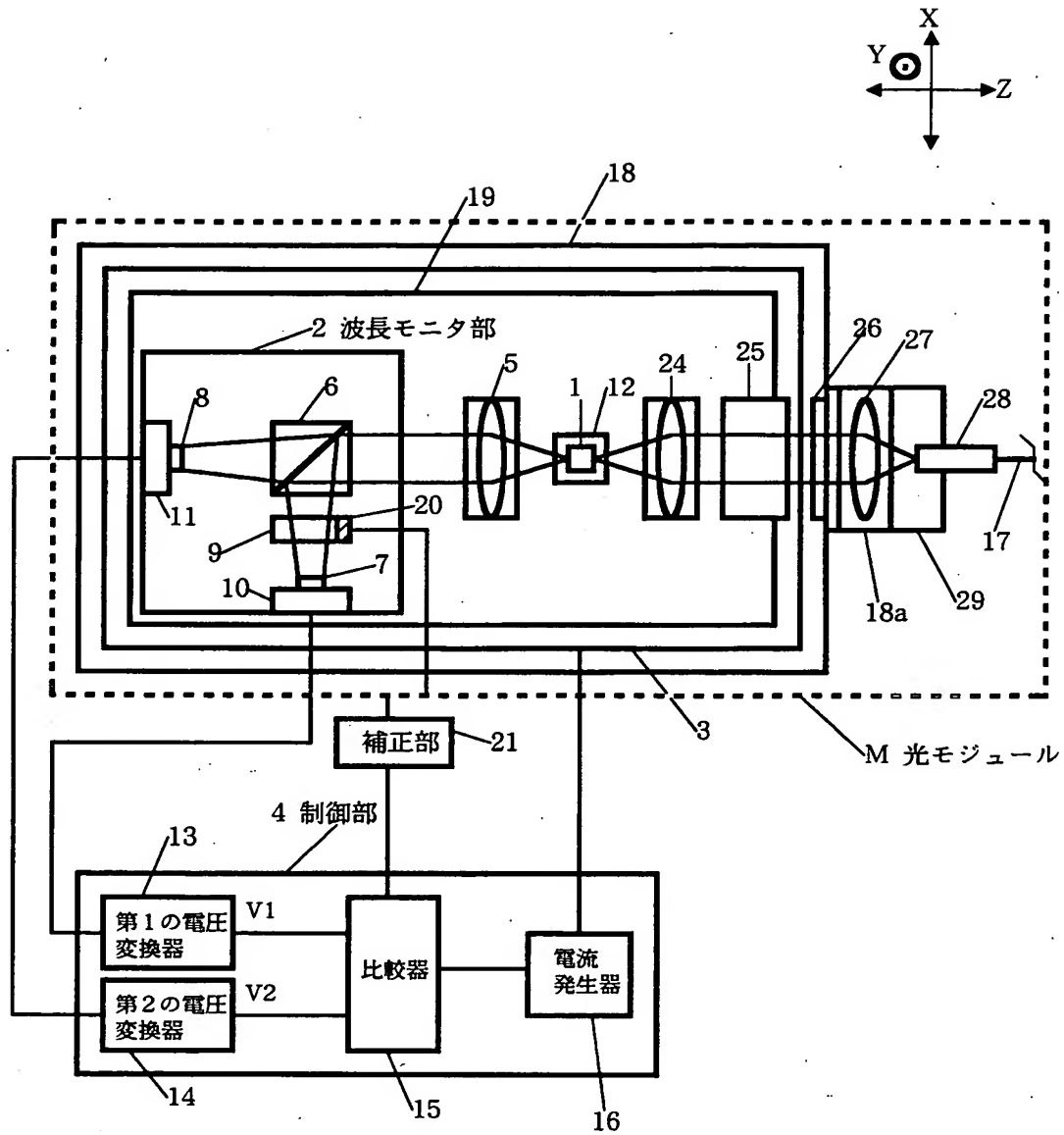
1 : 発光素子

- 2 : 波長モニタ部
- 3 : 温度調整部
- 4 : 制御部
- 5 : 平行レンズ
- 6 : ハーフミラー
- 7 : 第1の受光素子
- 8 : 第2の受光素子
- 9 : 光フィルタ
- 10 : 第1のPDキャリア
- 11 : 第2のPDキャリア
- 12 : LDキャリア
- 13 : 第1の電圧変換器
- 14 : 第2の電圧変換器
- 15 : 比較器
- 16 : 電流発生器
- 17 : 光ファイバ
- 18 : パッケージ
- 19 : ベース
- 20 : 温度検出部
- 21 : 補正部
- 22 : 金属膜
- 23 : 基台
- 24 : 平行レンズ
- 25 : 光アイソレータ
- 26 : 窓部
- 27 : 集光レンズ
- 28 : フェルール
- 29 : スライドリング
- 30 : 注入電流制御部

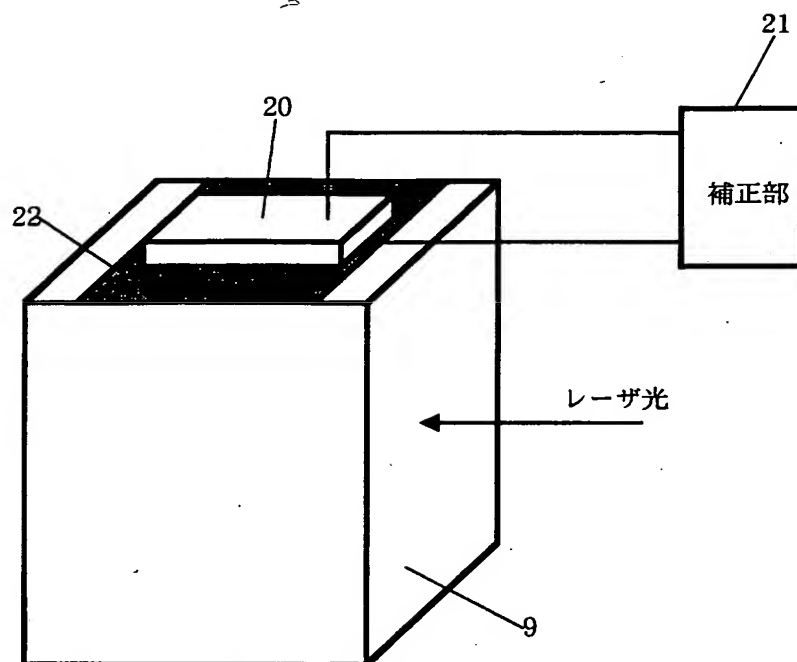
- 3 1 : 送信器
- 3 2 : 合波器
- 3 3 : 光増幅器
- 3 4 : 分波器
- 3 5 : 光受信器
- 3 6 : WDM光送信装置

【書類名】 図面

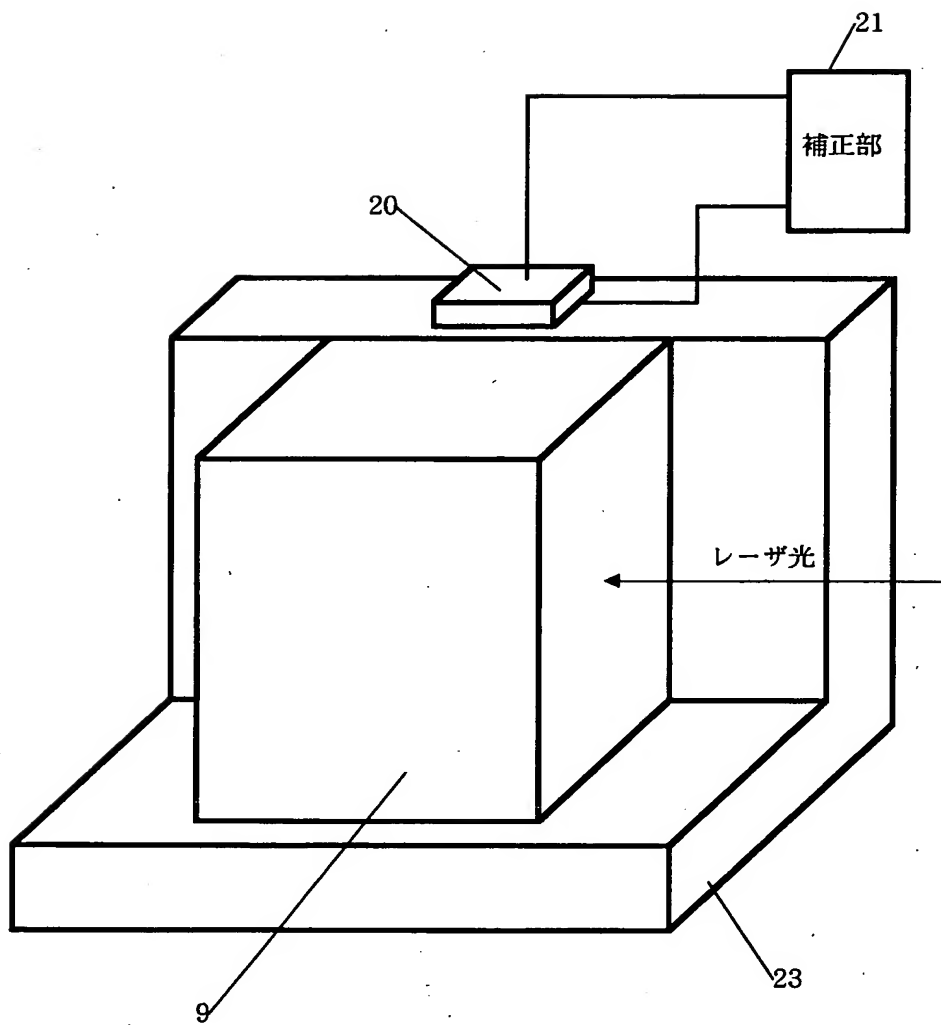
【図 1】



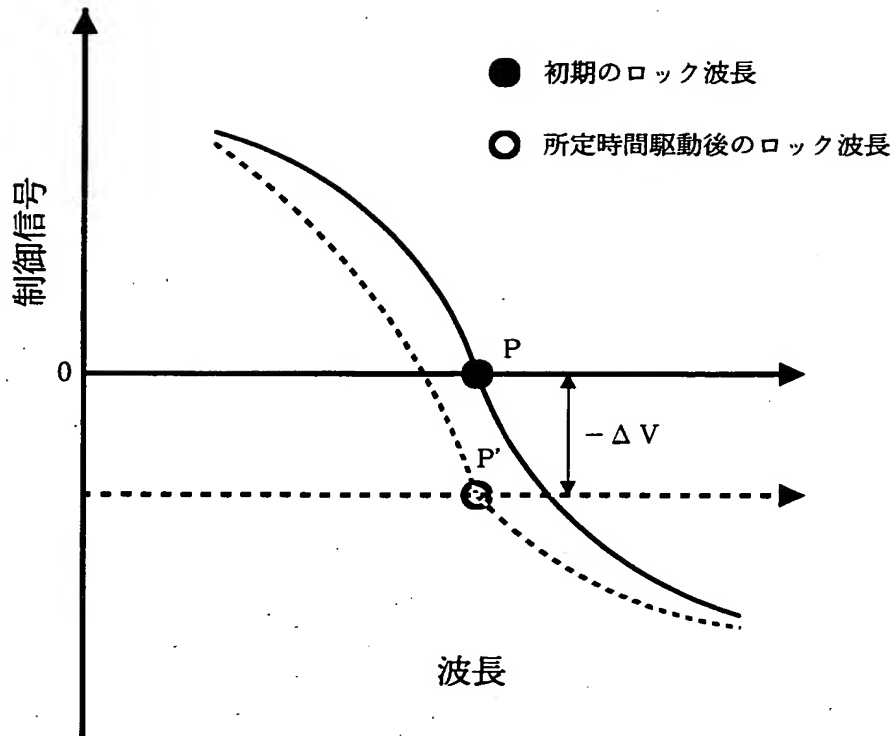
【図2】



【図 3】

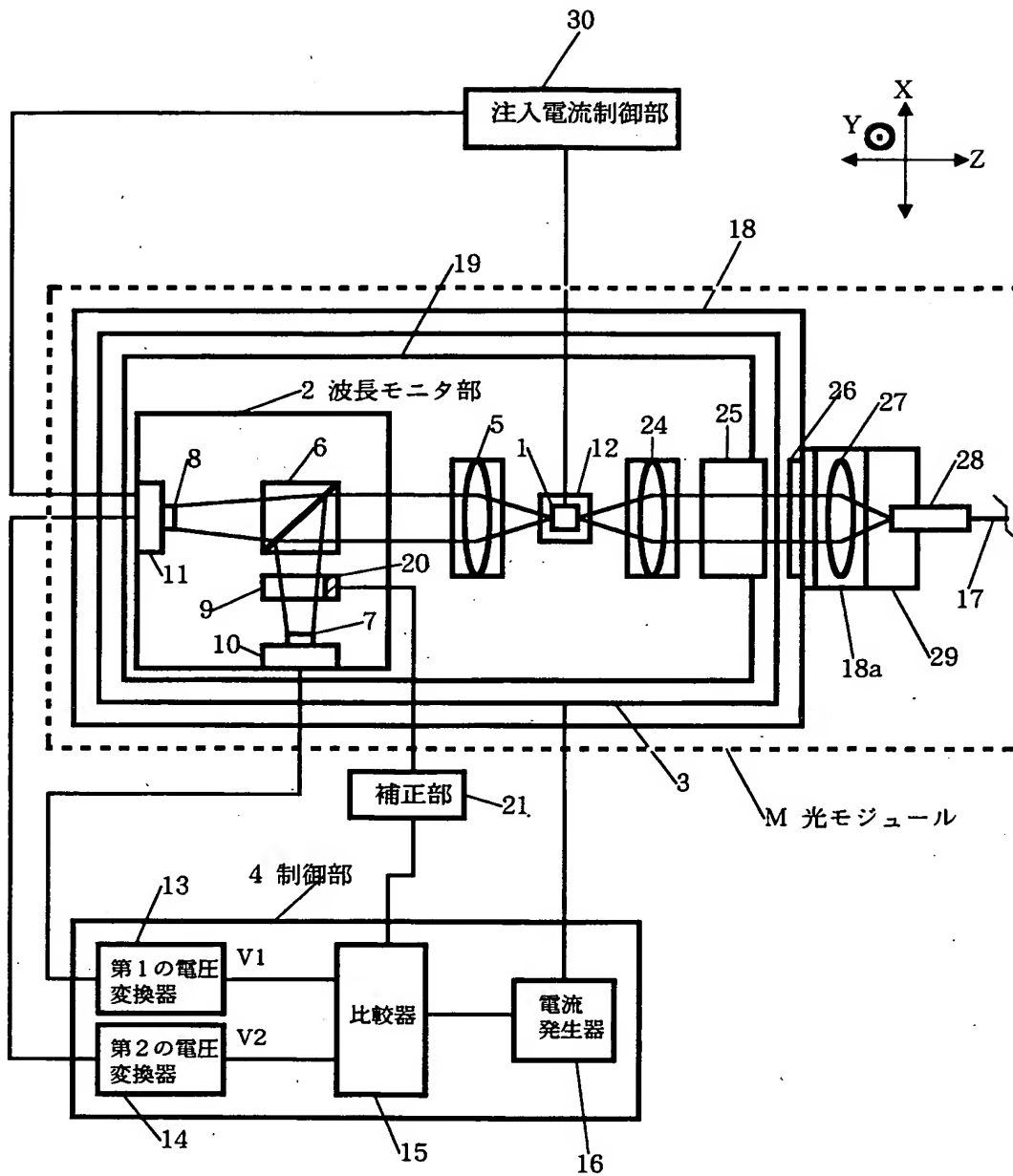


【図 4】

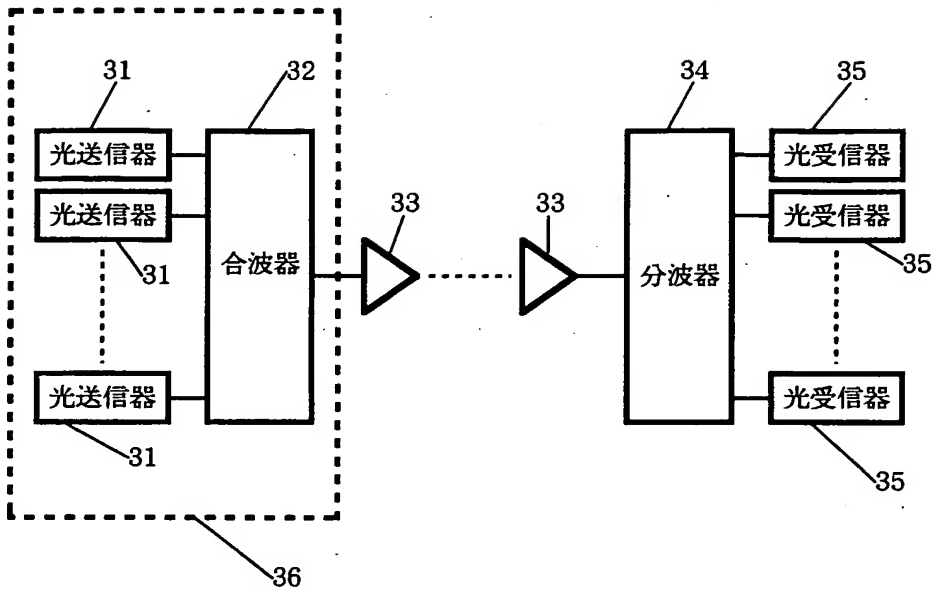




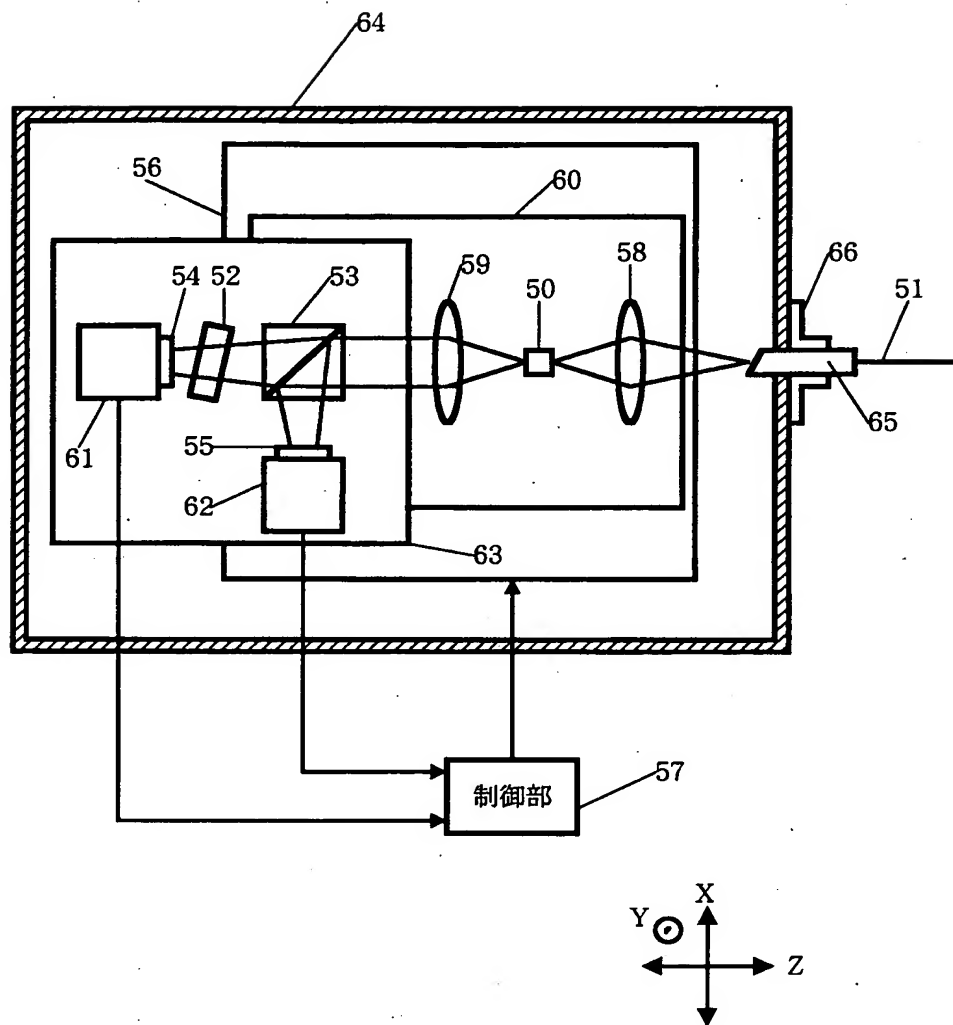
【図 5】



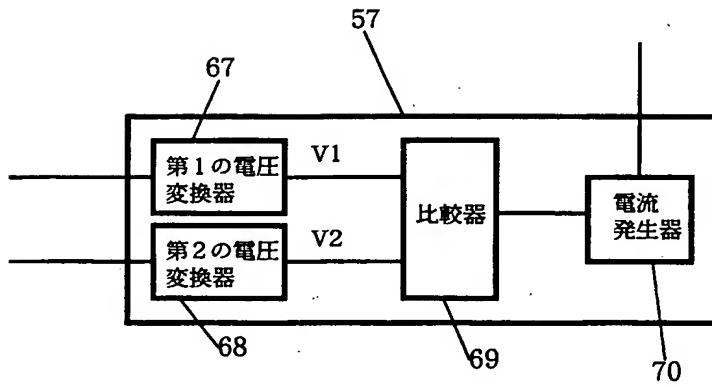
【図 6】



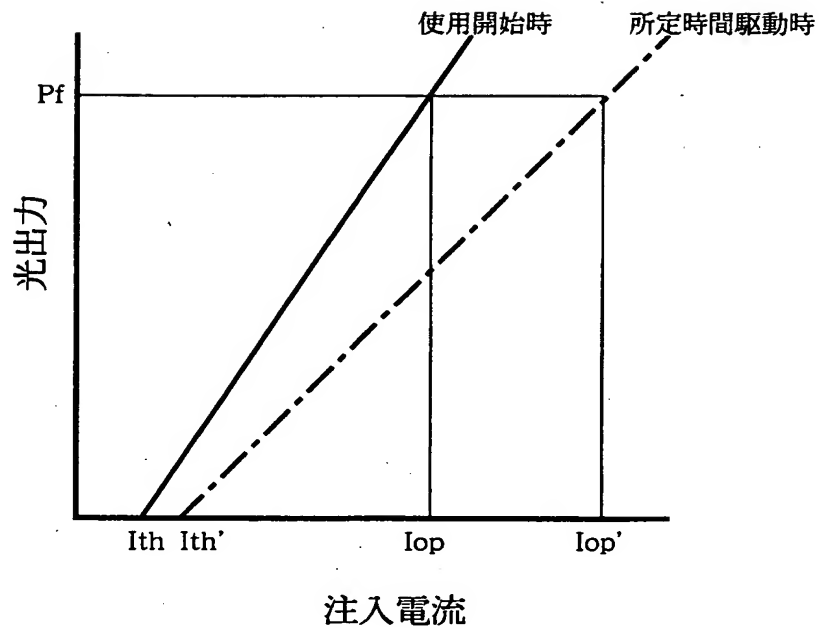
【図 7】



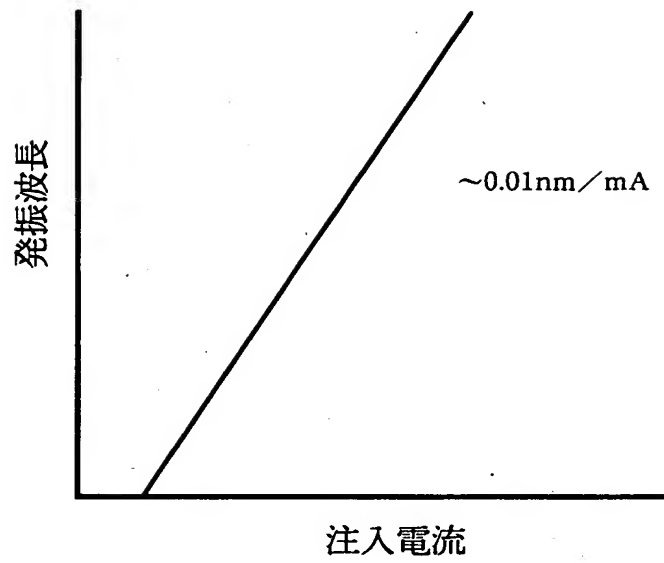
【図 8】



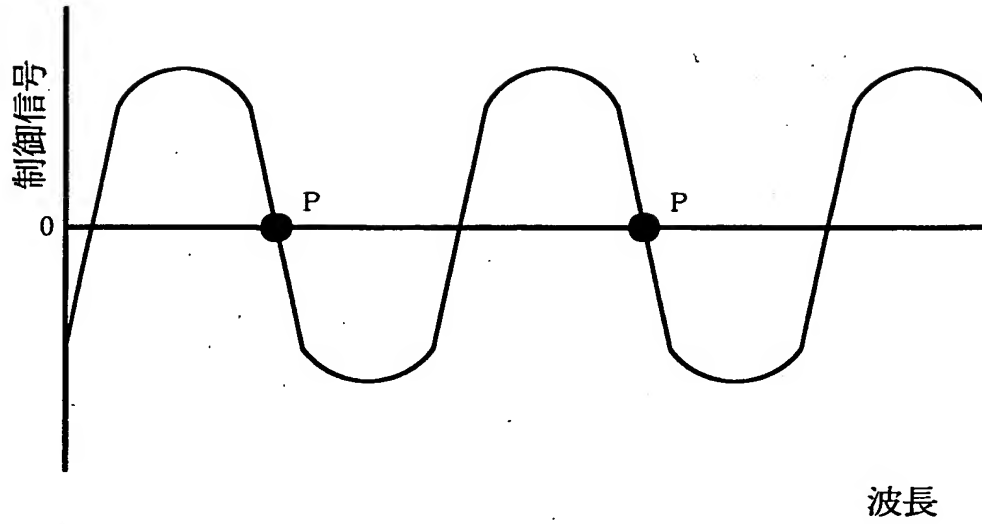
【図9】



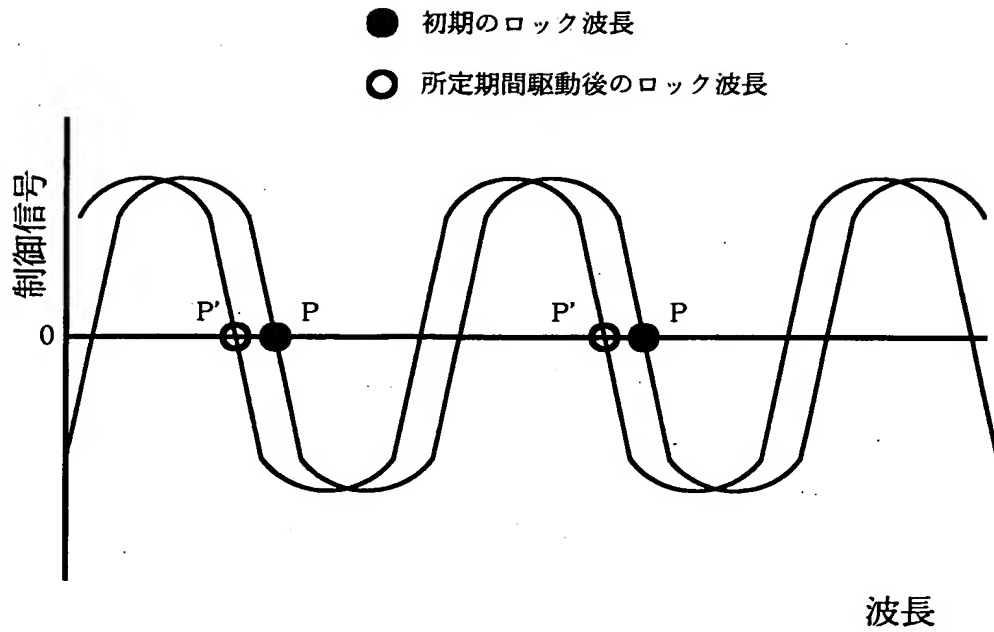
【図 1 0】



【図 11】

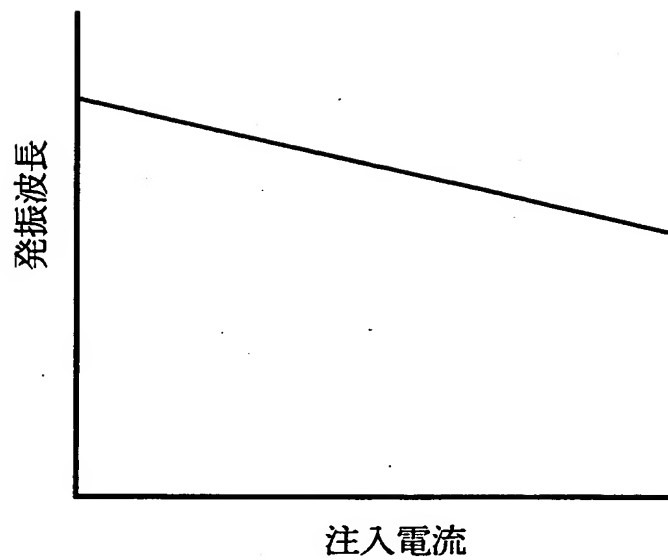


【図 1 2】





【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

光フィルタの有する温度特性に伴うロック波長のずれを簡易に補正し、レーザ光の発振波長を高精度に安定化させることができる光送信器、WDM光送信装置及び光モジュールを提供する。

【解決手段】

この光送信器は、レーザ光を出力する発光素子 1 と、発光素子 1 の温度を調整する温度調整部 3 と、発光素子 1 から出力されるレーザ光を、発光素子 1 と熱的に接続された光フィルタ 9 を通過させて受光する波長モニタ部 2 と、波長モニタ部 2 から出力される信号に基づいて、発光素子 1 から出力されるレーザ光の発振波長を所定のロック波長に固定するように、温度調整部 3 の調整温度を制御する制御部 4 と、光フィルタ 9 の温度を検出する温度検出部 2 0 と、温度検出部 2 0 によって検出された温度に基づいて、光フィルタ 9 の温度特性に伴うロック波長のずれを補正するように指令する補正信号を制御部 4 に出力する補正部 2 1 と有する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号  
氏 名 古河電気工業株式会社